



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114616480 A

(43) 申请公布日 2022. 06. 10

(21) 申请号 202080074856.7

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

(22) 申请日 2020.10.05

11256

专利代理师 赵林琳 张鹏

(30) 优先权数据

102019217083.8 2019.11.06 DE

(51) Int.Cl.

G01R 31/58 (2020.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.04.25

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2020/077804 2020.10.05

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/089257 DE 2021.05.14

(71) 申请人 罗伯特·博世有限公司

地址 德国斯图加特

(72) 发明人 R·楚施拉格

权利要求书2页 说明书6页 附图3页

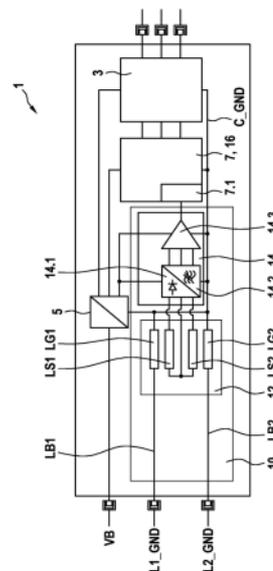
(54) 发明名称

用于识别控制设备的馈电线路故障的监控组件

(57) 摘要

本发明涉及一种用于识别控制设备(1)的馈电线路故障的监控组件(10),具有:布置在控制设备(1)内的至少两条相互冗余的载流内部供电线(LB1、LB2),其在一端分别与外部供电线(L1_GND、L2_GND)电连接并且在另一端分别与与控制设备(1)的公共内部电源电位电平(C_GND)电连接;信号检测器(12),其感应地检测流过各个内部供电线(LB1、LB2)的电流并且输出相应的至少一个测量信号;以及评估和控制单元(16),其评估至少一个测量信号以识别馈电线路故障。本发明还涉及一种用于识别控制设备(1)的馈电线路故障的方法,其由监控组件(10)执行。在此,两条内部供电线(LB1、LB2)在与控制设备(1)的公共内部电源电平(C_GND)的电连接点之前分别形成具有至少一匝的平面供电线线圈(LG1、LG2),其中信号检测器(12)对于每个平面供电线线圈(LG1、LG2)都具有至少一个平面传感器线圈(LS1、

LS2),其分别被分配给供电线线圈(LG1、LG2)中的一个供电线线圈,并且检测由内部开关过程引起的、通过相应的平面供电线线圈(LG1、LG2)的高频动态电流。



1. 一种用于识别控制设备(1)的馈电线路故障的监控组件(10),具有:

布置在所述控制设备(1)内的至少两条相互冗余的载流的内部供电线(LB1、LB2),所述内部供电线在一端分别与外部供电线(L1_GND、L2_GND)电连接并且在另一端分别与所述控制设备(1)的公共内部电源电位电平(C_GND)电连接;

信号检测器(12),所述信号检测器感应地检测流过各个所述内部供电线(LB1、LB2)的电流,并且输出相应的至少一个测量信号;以及

评估和控制单元(16),所述评估和控制单元评估所述至少一个测量信号以识别馈电线路故障,

其特征在于,

两条所述内部供电线(LB1、LB2)在与所述公共内部电源电位电平(C_GND)的电连接点之前分别形成具有至少一匝的平面供电线圈(LG1、LG2),

其中所述信号检测器(12)对于每个所述平面供电线圈(LG1、LG2)都具有至少一个平面传感器线圈(LS1、LS2),所述平面传感器线圈分别被分配给所述供电线圈(LG1、LG2)中的一个供电线圈,并且检测由内部开关过程引起的、流过相应的所述供电线圈(LG1、LG2)的高频动态电流。

2. 根据权利要求1所述的监控组件(10),其特征在于,所述至少两个平面供电线圈(LG1、LG2)被相同地实施,其中所述至少两个平面传感器线圈(LS1、LS2)被相同地实施为比所述至少两个供电线圈(LG1、LG2)具有更多的匝数。

3. 根据权利要求1或2所述的监控组件(10),其特征在于,所述至少两个平面供电线圈(LG1、LG2)分别被布置在多层电路板(20)的第一电路板层(S1至S10)中,并且所分配的至少一个平面传感器线圈(LS1、LS2)被布置在所述第一电路板层(S1至S10)之上或之下的第二电路板层(S1至S10)中。

4. 根据权利要求2或3所述的监控组件(10),其特征在于,所述平面传感器线圈(LS1、LS2)和所述平面供电线圈(LG1、LG2)分别被布置在不同的电路板层(S1至S10)中。

5. 根据权利要求3或4所述的监控组件(10),其特征在于,所分配的至少一个平面传感器线圈(LS1、LS2)至少部分地、优选完全地覆盖相应的平面供电线圈(LG1、LG2)。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的监控组件(10),其特征在于,信号处理器(14)在所述信号检测器(12)与所述评估和控制单元(16)之间形成回路并且处理所检测的至少一个测量信号。

7. 根据权利要求6所述的监控组件(10),其特征在于,所述信号处理器(14)包括整流器(14.1)和/或滤波器(14.2)和/或放大器(14.3)。

8. 一种用于识别控制设备(1)的馈电线路故障的方法(100),其中在所述控制设备(1)内分别感应地检测在至少两条相互冗余的载流的内部供电线(LB1、LB2)中的电流,所述内部供电线(LB1、LB2)在一端分别与外部供电线(L1_GND、L2_GND)连接并且在另一端与公共电源电位电平(C_GND)连接,其中将所检测的电流信号相互比较并且进行评估,

其特征在于,

由内部开关过程引起的高频动态电流分别被分配给相应的平面供电线圈(LG1、LG2)的至少一个平面传感器线圈(LS1、LS2)检测为电流,其流过至少两个平面供电线圈(LG1、LG2)中的至少两条内部供电线(LB1、LB2),所述平面供电线圈分别在公共内部电源电

位电平(C_GND)的电连接点之前形成所述内部供电线(LB1、LB2)。

9. 根据权利要求8所述的方法(100),其特征在于,如果所述至少两个供电线圈(LG1、LG2)中的电流分布在预设的容差范围内是相同的,则识别出没有馈电线路故障,否则将识别出馈电线路故障。

10. 根据权利要求9所述的方法(100),其特征在于,通过不同的容差范围为所识别的馈电线路故障预设不同的精度等级。

用于识别控制设备的馈电线路故障的监控组件

技术领域

[0001] 本发明涉及一种根据独立权利要求1前序部分所述的用于识别控制设备的馈电线路故障的监控组件。本发明还涉及一种用于识别控制设备的馈电线路故障的方法。

背景技术

[0002] 从现有技术中已知具有冗余接地电源的控制设备,例如安全气囊控制设备。这种冗余还使得控制设备可继续不受干扰地工作,即使由于例如电缆断裂、连接器中的触点氧化等缺陷而导致冗余实施的接地线之一不再可用。这种缺陷最初对控制设备本身的功能没有影响,因为至少还存在有一条另外的接地线作为冗余。然而,在理想情况下,特别是在具有高ASIL等级(ASIL:汽车安全完整性等级)的控制设备中应不可发生或很少发生未发现的(潜在)故障。由此,对各个接地线的最大阻抗有如下要求,即应防止各个控制设备的接地电位彼此相差太大。各个控制设备之间的通信尤其容易受到接地电位的这种偏移的影响,也称为“接地漂移”。此外,还有仅在控制设备接地非常好的情况下才可满足的EMC/ESD要求。对于冗余实施的接地线,对其中一条接地线的增大的阻抗(可能增大到中断点)的监控是一个特别的挑战。所需的低阻抗仍然由冗余接地线给定。出于这个原因,在车辆电源的接地电位(通常为车辆电池的负极)与各个控制设备的接地电位之间的正常电阻测量在此会失败。

[0003] DE 10 2010 001 335A1公开了一种具有用于识别馈电线路故障的这种监控组件的电子装置,该监控组件包括位于设备外部的至少一个冗余的载流馈电线路,该馈电线路至少部分地或完全地为设备供电,其中位于外部的冗余供电线分别与布置在设备内的内部导体(例如导体迹线)电连接。内部导体在一个区域中彼此相邻地延伸,其中特别是在内部导体之间与内部导体相邻地布置有至少一个磁场检测器单元,利用其可测量静态和/或随时间变化的磁场。在监控组件中存在有馈电线路故障识别电路,其从由磁场检测器单元获得的信号中获得故障信号,利用其可确定供电线中的故障。在最简单的情况下,磁场检测器单元优选为磁性线圈,其具有由高磁导率材料制成的线圈芯,特别是用于提高信号强度。线圈芯例如由铁磁材料制成。电磁线圈的绕组数量被设计为使得在可用安装空间方面实现尽可能高的测量灵敏度。电磁线圈通常具有绕组芯,其被构造为使得可紧凑地安装在印刷电路板上。由此,线圈例如可具有纱筒状的绕组芯,其仅具有尺寸较短的圆柱区段。

发明内容

[0004] 具有独立权利要求1所述特征的用于识别控制设备的馈电线路故障的监控组件和具有独立权利要求8所述特征的用于识别控制设备的馈电线路故障的方法分别具有以下优点:通过分析和评估相应供电线中的电流分布,可以发现冗余实施的供电线中的一个供电线的阻抗增大。为此,控制设备在冗余供电线上的返回电流的高频分量被感应地传输到评估和控制单元。为了改善信号质量,可以在评估和控制电路的上游连接信号处理器。控制设备由直流电压源供电,通常由蓄电池供电。在混合动力汽车或纯电动汽车的情况下,也可以

考虑使用直流转换器电源单元来提供必要的直流电压。该电流从正极通过控制设备的电路流回直流电压源的负极。由于控制设备中的各种开关过程,在控制设备ECU中从正极流出的电流不是恒定的。可由控制设备中的直流转换器以及由计算机单元、传感器、执行器等的开关过程并且经由通信总线(SPI、存储器的地址和数据总线等)通过控制设备中的内部通信以及经由车辆总线系统(例如CAN、FlexRay、以太网等)通过与其他控制设备的外部通信来引发控制设备中的这些开关过程。控制设备的这种由内部开关过程引起的高频动态电流消耗在具有冗余供电线的控制设备中被用于识别馈电线路故障,以便找出有缺陷的具有显著更高阻抗的供电线。

[0005] 本发明的实施方式提供了一种用于识别控制设备的馈电线路故障的监控组件,具有:布置在控制设备内的至少两条相互冗余的载流的内部供电线,其在一端分别与外部供电线连接并且在另一端分别与控制设备的公共内部电源电位电平连接;信号检测器,其感应地检测流过各个内部供电线的电流,并且输出相应的至少一个测量信号;以及评估和控制单元,其评估至少一个测量信号以用于识别馈电线路故障。在此,两条内部供电线在与公共内部电源电位电平的电连接点之前分别形成具有至少一匝的平面供电线圈,其中信号检测器对于每个供电线圈都具有至少一个平面传感器线圈,平面传感器线圈分别被分配给供电线圈中的一个供电线圈,并且检测由内部开关过程引起的、流过相应的供电线圈的高频动态电流。

[0006] 此外,提出了一种用于识别控制设备的馈电线路故障的方法,其可以利用这种监控组件来执行。在此,在控制设备内分别感应地检测至少两条相互冗余的载流的内部供电线中的电流,这些内部供电线在一端分别与外部供电线连接,并且在另一端分别与公共电源电位电平连接,其中将所检测的电流信号相互比较并且进行评估。在此,由内部开关过程引起的高频动态电流分别被分配给相应的平面供电线圈的至少一个平面传感器线圈检测为电流,其流过至少两个平面供电线圈中的至少两条内部供电线,该平面供电线圈分别在公共内部电源电位电平的电连接点之前形成内部供电线。

[0007] 在至少两个冗余供电线中存在同样良好的供电连接的正常情况下,控制设备的供电电流在所存在的冗余供电线上均匀分配。评估和控制单元评估冗余供电线之间的差异。在冗余供电线中的电流分布大致相同的情况下,该差异非常小或接近于零。如果其中一条冗余供电线上的阻抗显著增大,例如由于电缆断裂、连接器中的触点氧化等,则电流现在会不对称地分布在冗余供电线上或仅流过其余的一个或多个供电线。评估和控制单元现在确定冗余供电线之间的显著差异,并且可以使被处理和过滤的信号以模拟或已经以数字的形式提供给微控制器或微处理器或运算单元以进行进一步处理。此外,评估和控制单元本身可以被实施为微控制器或微处理器或运算单元的一部分。然后,运算单元上的相应应用程序或功能可采取进一步的步骤来提供驾驶员信息,或将错误存储在错误存储器中。

[0008] 在本文中,评估和控制单元可以被理解为处理或评估所检测的传感器信号的设备。该评估和控制单元可以具有至少一个基于硬件和/或软件构造的接口。在基于硬件的构造方式中,接口例如可以是所谓的ASIC系统的包含该评估和控制单元的各种功能的部分。还可行的是,接口是单独的集成电路或者至少部分地由分立元件组成。在基于软件的构造方式中,接口可以例如是与其他软件模块并存于微控制器上的软件模块。还有利的是具有程序代码的计算机程序产品,该程序代码存储在诸如半导体存储器、硬盘存储器或光学

存储器的机器可读载体上,并且当该程序由评估和控制单元运行时用于执行评估。

[0009] 在本文中,供电线被理解为接地线或电压供电线,其为控制设备提供相应的电压电势。由此,例如控制设备的冗余接地电源可通过至少两条冗余接地线来实现。在控制设备中,相应的冗余内部接地线可汇集在一个公共接地电位电平上。冗余电压电源可相应地通过至少两条冗余电压供电线来实现。在控制设备中,可以将相应的冗余内部电压供电线汇集在公共电压电位电平上。

[0010] 通过在从属权利要求中列出的措施和改进方案可有利地改进在独立权利要求1中说明的用于识别控制设备的馈电线路故障的监控组件和在独立权利要求1中说明的用于识别控制设备的馈电线路故障的方法。

[0011] 特别有利的是,至少两个平面供电线圈可以被相同地实施。此外,至少两个平面传感器线圈可以相同地被设计为比至少两个供电线圈具有更多的匝数。为了使对控制设备中公共电压电位电平和车辆供电线的影响保持最小化,从所有电路部件汇集到公共电源电位电平的由内部开关过程引起的高频动态电流现在通过相同的平面供电线圈传导到冗余的内部供电线。平面供电线圈具有相对较少的“匝”,导体迹线较宽,以便满足控制设备的电流要求。由内部开关过程引起的高频动态电流在平面供电线圈中感应出较小的电磁场。该电磁场现在可被一个或多个平面传感器线圈拾取并馈送到评估和控制单元。平面传感器线圈通常包括比平面供电线圈更多的具有更窄导体迹线的“匝”,以便使每个平面传感器线圈对较小的感应电磁场更敏感。根据印刷电路板上的可用空间,平面供电线圈或平面传感器线圈可具有圆形、椭圆形、正方形、矩形、对称多边形和不对称多边形等各种形状。对于所有角度变体,可在倒角或倒圆的导体迹线布线中进行导体迹线的方向改变。

[0012] 在监控组件的有利设计方案中,至少两个平面供电线圈可以分别被布置在多层电路板的第一电路板层中,并且所分配的至少一个平面传感器线圈可以被布置在第一电路板层之上或之下的第二电路板层中。由此,至少两个平面供电线圈例如可以并排布置在相同的第一电路板层中,并且分配给平面供电线圈的平面传感器线圈可以并排布置在位于第一电路板层之上或之下的第二电路板层中。这意味着,电路板优选地被实施为多层印刷电路板(PCB)。替代地,平面传感器线圈和平面供电线圈可以分别被布置在不同的电路板层中。这意味着,例如两个平面供电线圈和所分配的两个传感器线圈作为堆叠布置在四个电路板层中。

[0013] 在监控组件的另一有利设计方案中,所分配的至少一个平面传感器线圈可以至少部分地、优选完全地覆盖相应的平面供电线圈。平面传感器线圈理想地以重合的方式位于另一电路板层中的平面供电线圈上方或之间,以便使平面供电线圈和平面传感器线圈之间的耦合系数最大化。

[0014] 在监控组件的另一有利设计方案中,信号处理器可以在信号检测器与评估和控制单元之间形成回路,其可以处理所检测的至少一个测量信号。由此可以在评估之前改善信号质量。信号处理器例如可以包括整流器和/或滤波器和/或放大器。平面传感器线圈中感应的电压可以通过信号处理器在信号技术上进行处理。由此,仍然很小的测量信号在可选的整流和滤波之后可以被放大。在此,多级运算放大器或低噪声仪表放大器可用作放大器。以这种方式处理的测量信号现在可被馈送到模数转换器以进行更复杂的评估并在计算机单元中进一步处理。替代地,可以使用比较器电路进行简单的评估。

[0015] 在用于识别控制设备的馈电线路故障的方法的有利设计方案中,如果至少两个供电线圈中的电流分布在预设的容差范围内相同,则识别出没有馈电线路故障,否则识别出馈电线路故障。此外,可以通过不同的容差范围为所识别的馈电线路故障预设不同的精度等级。根据所使用的拓扑结构和内部供电路径中平面供电线圈的布置、平面传感器线圈的数量或布置、在平面供电线圈相互之间和相对于平面传感器线圈的缠绕方向以及评估和控制单元的复杂性,可以实现从简单到复杂的不同级别和精度等级的馈电线路故障识别。

[0016] 在简单的线路故障识别中,可以识别冗余的供电线中的一个供电线的阻抗显著增大,而无需判断涉及供电线中的哪一个。此外,无法就其余供电线的质量做出任何判断。在更复杂的线路故障识别中,可以判断冗余的供电线中的哪一个供电线具有增大的阻抗。此外,可以将冗余的供电线分为不同的故障等级。由此,如果阻抗差在较窄的容差范围内,则冗余的供电线可以被归类为无故障。在阻抗差略有增大并且在较宽但仍可接受的容差范围内的情况下,可在内部存储故障,但不会输出驾驶员信息。然后在下次造访修理厂时可以通过诊断接口读取内部存储的故障。如果阻抗差显著增大,即超出仍可接受的容差范围,则可在内部存储故障并且例如通过警告灯或多功能显示屏输出相应的驾驶员信息。如果供电线中断并且存在最大的阻抗差,则可在内部存储故障并且例如通过警告灯或多功能显示屏输出相应的驾驶员信息。由此,可在电路板面积、评估和控制单元中所使用的组件数量以及成本方面实现根据客户要求的缩放和优化。

附图说明

[0017] 本发明的实施例在附图中示出并且在以下说明中得以更详细地解释。在附图中,相同的附图标记表示执行相同或相似功能的组件或元件。

[0018] 图1示出了控制设备的示意图,其具有根据本发明的用于识别控制设备的馈电线路故障的监控组件的一个实施例。

[0019] 图2示出了用于图1中根据本发明的监控组件的信号检测器的第一实施例的示意性俯视图,没有示出其中布置有信号检测器的多层印刷电路板。

[0020] 图3示出了用于图2中信号检测器的平面供电线圈和平面传感器线圈的示意性立体图以及其中布置有信号检测器的相应多层印刷电路板的示意性截面图。

[0021] 图4示出了用于信号检测器的第二实施例的平面供电线圈和平面传感器线圈的示意性立体图以及其中布置有信号检测器的相应多层印刷电路板的示意性截面图。

[0022] 图5示出了根据本发明的用于识别控制设备的馈电线路故障的方法的一个实施例的示意性流程图。

具体实施方式

[0023] 从图1至图4可以看出,根据本发明的用于识别控制设备1的馈电线路故障的监控组件10的所示实施例分别包括:布置在控制设备1内的至少两条相互冗余的载流内部供电线LB1、LB2,其在一端分别与外部供电线L1_GND、L2_GND电连接并且在另一端分别与控制设备1的公共内部电源电位电平C_GND电连接;信号检测器12,其感应地检测流过内部供电线LB1、LB2的电流,并且输出相应的至少一个测量信号;以及评估和控制单元16,其评估至少

一个测量信号以用于识别馈电线路故障。在此,两条内部供电线LB1、LB2在与控制设备1的公共内部电源电位电平C_GND的电连接点之前分别形成具有至少一匝的平面供电线线圈LG1、LG2。信号检测器12对于每个平面供电线线圈LG1、LG2都具有至少一个平面传感器线圈LS1、LS2,平面传感器线圈LS1、LS2分别被分配给供电线线圈LG1、LG2中的一个供电线线圈,并且检测由内部开关过程引起的、流过相应的供电线线圈LG1、LG2的高频动态电流。

[0024] 从图1还可以看出,在所示实施例中,控制设备1包括冗余接地电源,其具有布置在控制设备1内的两条相互冗余的载流内部供电线LB1、LB2,其在一端分别与外部供电线L1_GND、L2_GND连接。此外,另一未详细示出的供电线为控制设备1提供相应车辆的车载电网电压VB。此外,在所示实施例中,控制设备1包括直流电压转换器5,其从车载电网电压VB为控制设备1的运算单元7和通信单元3产生不同的内部电压。在所示实施例中,运算单元7具有模数转换器7.1,其将监控电路10的模拟测量信号转换成数字信号。此外,运算单元7承担监控组件10的评估和控制单元16的功能并且评估测量信号以识别馈电线路故障。从图1还可以看出,所示的监控组件10包括信号处理器14,其在信号检测器12与评估和控制单元16之间形成回路并且处理所检测的至少一个测量信号。为此,在所示实施例中,信号处理器14包括整流器14.1、滤波器14.2和放大器14.3。信号处理器14接收两个检测到的电流信号并且形成差值信号作为测量信号,该测量信号由下游的评估和控制单元16进一步评估和分类。

[0025] 特别是从图2至图4可以看出,至少两个平面供电线线圈LG1、LG2被相同地实施。至少两个平面传感器线圈LS1、LS2也是相同的,但比至少两个供电线线圈LG1、LG2具有更多的匝数。

[0026] 在所示实施例中,监控组件10包括两条内部供电线LB1、LB2,其分别形成平面供电线线圈LG1、LG2。在此,为平面供电线线圈LG1、LG2分别分配一个平面传感器线圈LS1、LS2。

[0027] 从图2和图3还可以看出,在信号检测器12A的所示第一实施例中,两个平面供电线线圈LG1、LG2分别被布置在多层电路板20的第三电路板层S3中,其在所示实施例中被实施为具有六个电路板层S1至S6的多层印刷电路板20A。分配给供电线线圈LG1、LG2的两个平面传感器线圈LS1、LS2分别被布置在第三电路板层S3下方的第四电路板层S4中。在所示的实施例中,在第一电路板层S1和第六电路板层S6中传送相应导体迹线中的其他信号。在第三电路板层S3和第四电路板层S4中也在相应导体迹线中传送不同于线圈信号的其他信号。在第二电路板层S2中设置有公共电压电位电平C_GND,在此是控制设备1的公共接地电平。平面供电线线圈LG1、LG2通过通孔(未详细示出)与第二电路板层S2中的公共电压电位电平C_GND电连接。在第五电路板层S5中设置有两个平面传感器线圈LS1、LS2的公共导回路径并且其与信号处理器14连接。平面传感器线圈LS1、LS2的相应端通过相应的镀通孔或通过公共通孔与第五电路板层S5中的导回路径电连接。平面传感器线圈LS1、LS2的另一端分别通过相应的导体迹线与信号处理器14电连接。此外,其他信号也可通过该电路板层S5中的相应导体迹线被传送。从图2和图3还可以看出,平面传感器线圈LS1、LS2被布置为使得其分别完全覆盖相应的平面供电线线圈LG1、LG2。

[0028] 从图4还可以看出,在所示的信号检测器12B的第二实施例中,平面传感器线圈LS1、LS2和平面供电线线圈LG1、LG2分别被布置在多层电路板20B的不同电路板层S4、S5、S6、S7中,其在所示实施例中被实施为具有十个电路板层S1至S10的多层印刷电路板20B。当然,也可以使用其他实施方式的多层电路板20,其具有多于或少于六个或十个电路板层。

[0029] 从图4还可以看出,在所示的信号检测器12B的第二实施例中,第一平面供电线圈LG1被布置在第四电路板层S4中。在此,分配给第一供电线圈LG1的第一平面传感器线圈LS1被布置在第四电路板层S4中的第一供电线圈LG1下方的第五电路板层S5中。在所示的信号检测器12B的第二实施例中,第二平面供电线圈LG2被布置在第七电路板层S7中。在此,分配给第二供电线圈LG2的第二平面传感器线圈LS2被布置在第七电路板层S7中的第二平面供电线圈LG2上方的第六电路板层S6中。由此,在所示的信号检测器12B的第二实施例中,两个平面传感器线圈LS1、LS2被布置在两个平面供电线圈LG1、LG2之间。在所示的实施例中,在第一电路板层S1、第二电路板层S2、第九电路板层S9和第十电路板层S10中传送相应导体迹线中的其他信号。在第四电路板层S4至第七电路板层S7中也在相应导体迹线中传送不同于线圈信号的其他信号。在第三电路板层S3中设置有公共电压电位电平C_GND,在此是控制设备1的公共接地电平。平面供电线圈LG1、LG2通过通孔(未详细示出)与第三电路板层S3中的公共电压电位电平C_GND电连接。在第八电路板层S8中布置有两个平面传感器线圈LS1、LS2的公共导回路径并且其与信号处理器14连接。平面传感器线圈LS1、LS2的相应端部通过相应的镀通孔与第八电路板层S8中的导回路径电连接。平面传感器线圈LS1、LS2的另一端分别通过相应的导体迹线与信号处理器14电连接。此外,其他信号也可以通过该印刷电路板层S8中的相应导体迹线被传送。从图4还可以看出,平面传感器线圈LS1、LS2被布置为使得其分别完全覆盖对应的平面供电线圈LG1、LG2。

[0030] 从图5还可以看出,在步骤S100中,根据本发明的用于识别控制设备1的馈电线路故障的方法100的所示实施例在控制设备1内以感应方式分别检测在至少两条相互冗余的载流内部供电线圈LB1、LB2中的电流,其在一端分别与外部供电线圈L1_GND、L2_GND连接,并且在另一端与公共电源电位电平C_GND连接。在此,由内部开关过程引起的高频动态电流分别被分配给相应平面供电线圈LG1、LG2的至少一个平面传感器线圈LS1、LS2检测为电流,其流过至少两个平面供电线圈LG1、LG2中的至少两条内部供电线圈LB1、LB2,该供电线圈分别在公共内部电源电位电平C_GND的电连接点之前形成内部供电线圈LB1、LB2。在步骤S110中,将所检测的电流信号相互比较并且进行评估。为此,由所检测的电流信号形成差值信号,并且将差值信号作为测量信号进行评估。由此,例如,如果至少两个供电线圈LG1、LG2中的电流分布相同或者所确定的电流差在预设的容差范围内,则识别出没有馈电线路故障。否则将识别出馈电线路故障。在所示的实施例中,在步骤S120中执行可选的对所识别的馈电线路故障的分类。由此,通过不同的容差范围为所识别的馈电线路故障预设不同的精度等级。根据所使用的拓扑结构和内部供电路径中平面供电线圈LG1、LG2的布置、平面传感器线圈LS1、LS2的数量或布置、在平面供电线圈LG1、LG2相互之间和相对于平面传感器线圈LS1、LS2的缠绕方向以及评估和控制单元16的复杂性,可以实现从简单到复杂的不同级别和精度等级的馈电线路故障识别。

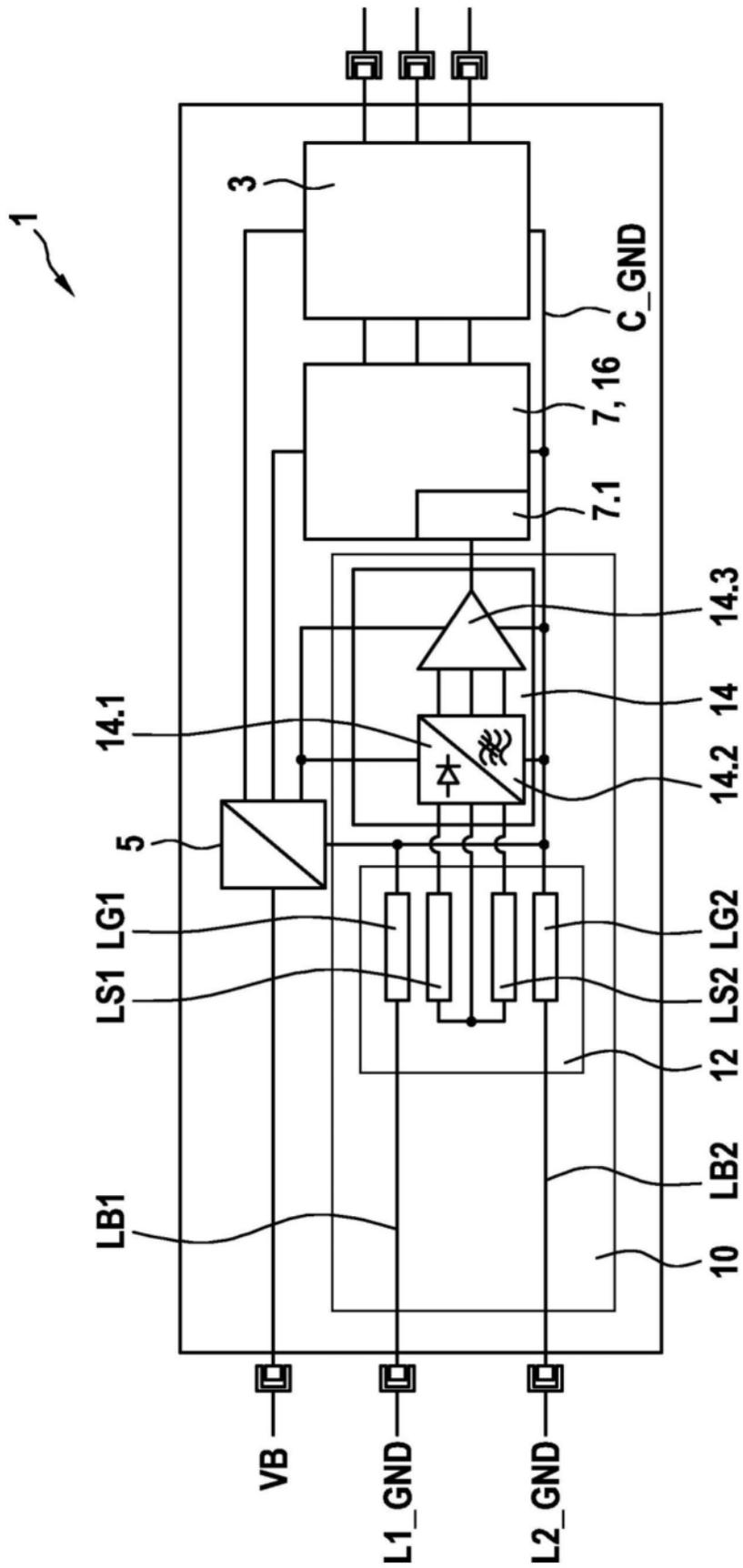


图1

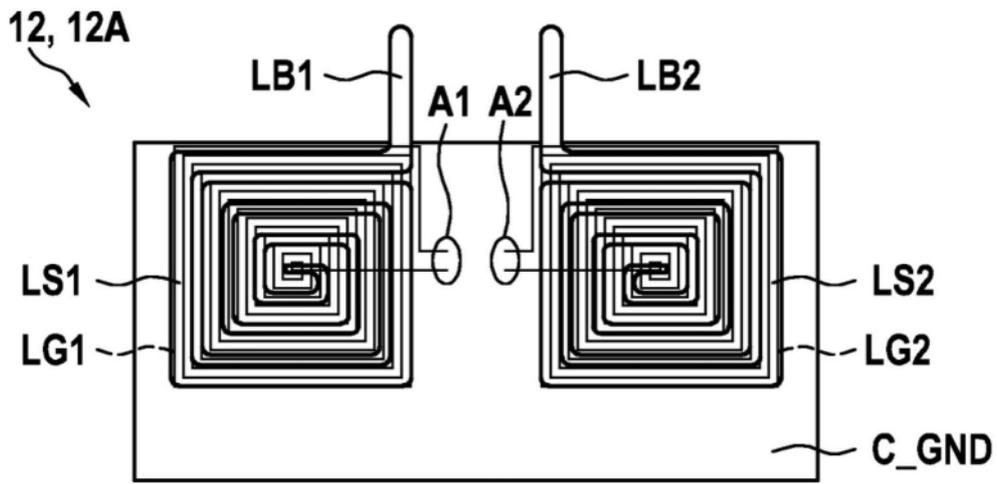


图2

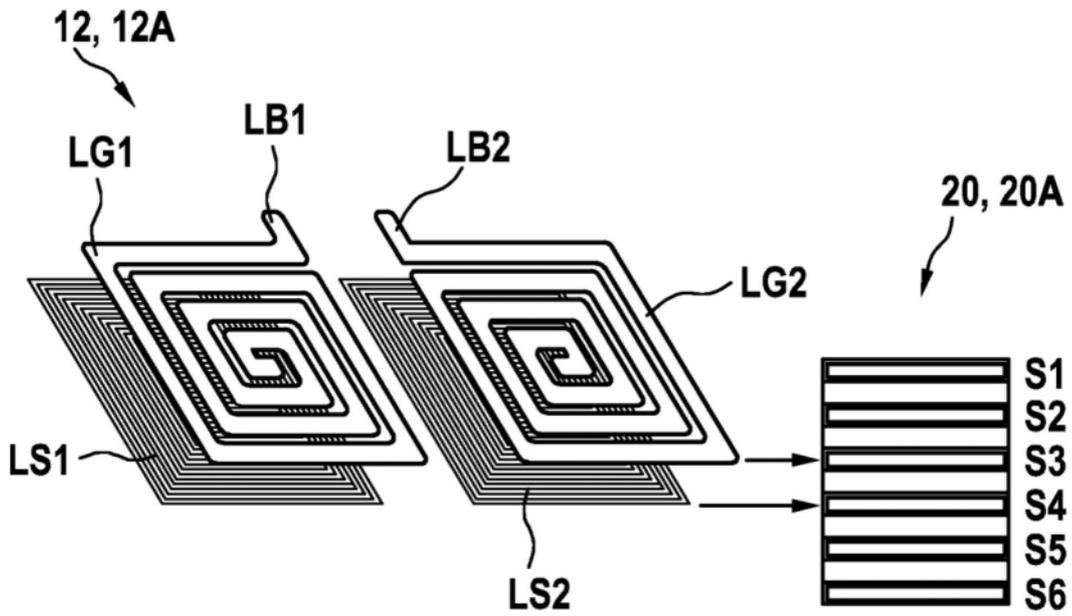


图3

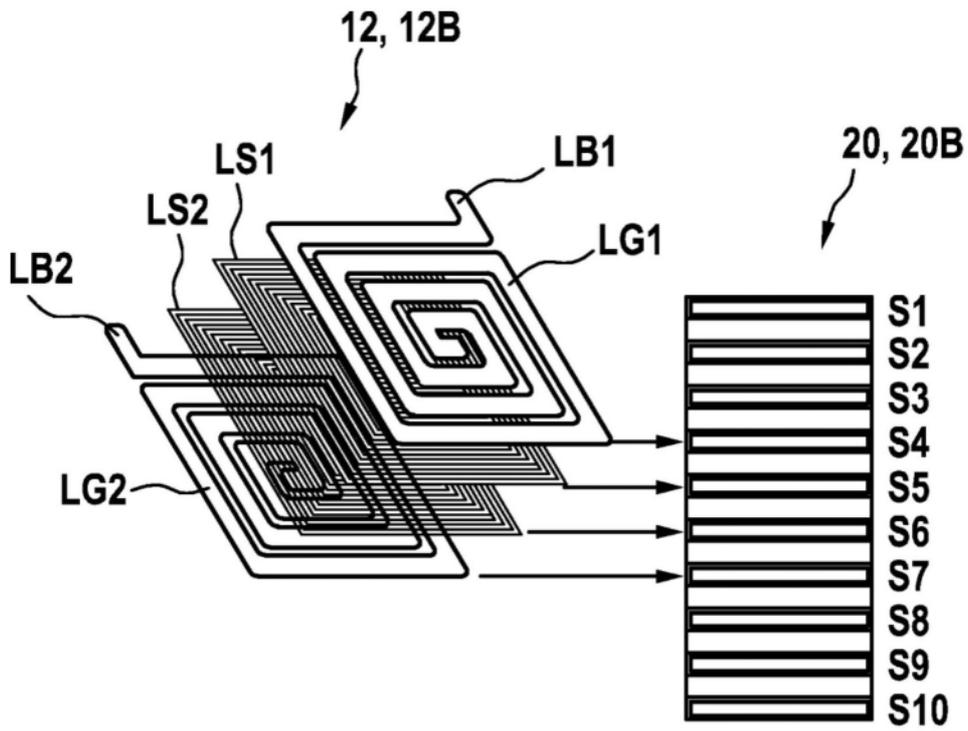


图4

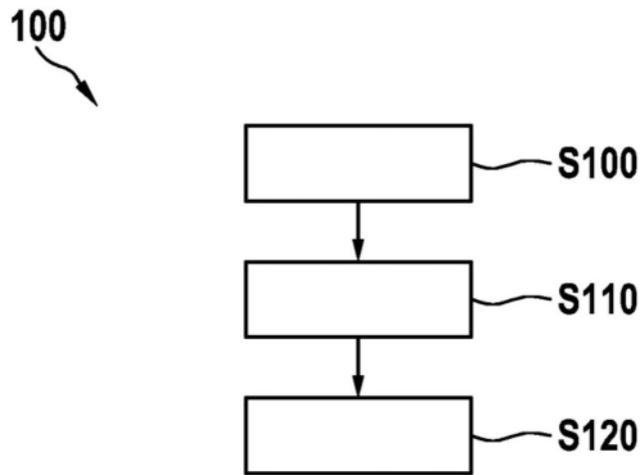


图5